

Moduláris elvű gépjármű tervezése iskolai projektfeladatban¹

BEKE TAMÁS

bektomi@gmail.com

ELTE, Fizika Tanítása PhD-program

Nagyasszonyunk Katolikus Általános Iskola és Gimnázium, Kalocsa



Előző cikkemben bemutattam egy iskolai projektfeladatot, amelyet iskolánk gimnazista tanulóival, önkéntes alapon, csoportmunkában végeztünk. A projektünk fő célja az volt, hogy megvizsgáljuk a jelenleg használt, illetve a jövőben használható gépjárművek néhány jellemzőjét. A cikkben a gépjárművek meghajtási módozatait vettük szemügyre, összegyűjtöttük azok kedvező és hátrányos tulajdonságait is.²

A projektünk következő fázisában arra kerestünk választ, hogy milyen lehet, milyen legyen a jövőben használatos gépjármű. A témát mind tudományos, mind gazdasági szempontból fontosnak tartottuk, hiszen Magyarországon a járműipar tavaly a teljes ipari termelés 16 százalékát, az ipari exportértékesítés 24 százalékát, valamint a GDP 8 százalékát tette ki; a járműgyártás termelése országosan meghaladta a 4 ezer milliárd forintot. Becslések alapján idén akár a GDP 10 százalékát is elérheti a járműipar termelése hazánkban³.

A projektünk ezen szakaszának alaptémájaként azt fogalmaztuk meg, hogy gondoljuk végig, milyen lehet, milyen legyen a jelen és a jövő közlekedési eszköze.

A tanulók kezdetben rengeteg közlekedési eszközt megvizsgáltak (pl. kerékpár, motorkerékpár, személygépkocsi, tehergépkocsi, autóbusz, repülőgép, helikopter stb.). Mivel ez így túlzottan nagy felatnak bizonyult, ezért a későbbiekben leszűkítettük a kört a személygépkocsikra. Ezalatt olyan közlekedési eszközt értettünk, amelynek 4 kereke van, és amely a vezetővel együtt maximálisan 9 személy szállítására alkalmas (a KRESZ szerint).

A következő főbb kérdésekre kerestük a válaszokat:

- Milyen üzemanyagot használunk a gépjárműben?
- Milyen elven épüljön a gépjármű?
- Milyen hajtásrendszer biztosítsa a gépjármű mozgását?

A projektben mindegyik részfeladatot többé-kevésbé megoldottuk. Az előző cikkben az üzemanyagtípusokat és a meghajtási módozatokat már bemutattam. A projektünk további eredményeit ebben a tanulmányban szeretném ismertetni. Elsőként röviden bemutatom, hogyan jelentek meg és terjedtek el a gépkocsik a közlekedésben.

¹ Az írás az ELTE Fizika Tanítása PhD-program keretében készült. Köszönetem szeretném kifejezni a témavezetőnek, dr. Bene Gyulának, aki hasznos információkkal segített a cikk megírásában.

² Beke Tamás 2013: A gépjárművek meghajtási lehetőségeinek vizsgálata. *Módszertani Közlemények*, 2.

³ http://www.vezess.hu/hirek/kiemelt_jarmuipari_kozpont lett_kecskemet/38933/

A gépkocsik rövid története

A projekt munka jó lehetőséget kínált arra is, hogy kicsit áttekintsük a gépkocsik fejlődését a XIX. századtól napjainkig. Igazából már a XVIII. század végén is készítettek olyan 3, illetve 4 kerekű járműveket, amelyeket gőzgéppel hajtottak, tehát akár ezeket is tekinthetjük a gépkocsik ősének. A feljegyzések szerint Nicholas-Joseph Cugnot francia hadmérnök 1763-ban (más források szerint 1771-ben) készített egy olyan háromkerekű járművet, amelyet egy beépített gőzgép hajtott. Mivel a gőzgép a jármű elejében volt elhelyezve, ezért azt alig lehetett kormányozni. Talán ezt a járművet tekinthetjük a gépkocsik és a gőzmozdonyok közös ősének.

A XIX. század első felében a gőzhajtás mellett megjelent a gázhajtás is. Ezekben a járművekben gázt égettek el, és az ebből felszabaduló energiával hajtották a gépjárművet.

Az igazi forradalmi áttörést Nikolaus August Otto német feltaláló négyütemű motorja jelentette 1876-ban. A manapság is használatos négyütemű benzinmotorokat ezért Otto-motornak is szokták nevezni. Az igazsághoz azonban az is hozzátartozik, hogy a négyütemű motor működési elvét 1862-ben Alphonse Beau de Rochas francia mérnök találta ki, bár ő nem épített működőképes szerkezetet. Később hosszas szabadalmi vitába keveredett Ottóval, de végezetül a négyütemű motor szabadalmi joga Ottóé lett, mivel ő volt az, aki elsőként ténylegesen működő négyütemű motort konstruált.

Innen már csak egyetlen lépés vezetett oda, hogy 1886-ban Karl Friedrich Benz német feltaláló elkészítse az első háromkerekű, 1 lóerős, benzinmotorral hajtott automobil. Még ugyanebben az évben Benzről függetlenül Gottlieb Wilhelm Daimler és Wilhelm Maybach elkészítették az első négykerekű lovas kocsiból átalakított, benzinmotorral hajtott gépkocsit.

A belsőégésű motorok másik típusa a dízelmotor, mely a nevét Rudolf Diesel német feltalálóról kapta, aki 1893-ban szabadalmaztatta a gázolajjal hajtott, gyújtógyertya nélküli, öngyulladású elven működő négyütemű motorját.

A XX. században a gépjárművek gyártása során rengeteg találmány született. A hengerek száma a kezdeti egyről hamarosan többszöröződött: megjelentek a 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 hengeres motorok, melyek teljesítménye sokszorosa a kezdeti 1-2 lóerős erőforrásoknak. Manapság a személygépkocsik motorjának teljesítménye tipikusan 60 és 200 lóerő közötti érték szokott lenni, de vannak 500-600 lóerős sportkocsik is, sőt néhány szupersportkocsi teljesítménye az 1000 lóerőt is meghaladja.

A gépjárművekben egyre nagyobb teret kapott az elektronika, majd a mikroelektronika, melynek főként biztonsággal kapcsolatos (pl. blokkolásgátló, kipörgésgátló, sávtartás, vészfékezés stb.), illetve kényelmi (pl. klimatizálás, szórakoztatóelektronika, navigáció stb.) funkciói vannak.

A XX. század folyamán a gépjárművek gyártása hatalmas méretű iparággá változott, mely sok országban a gazdaság húzóágazatát jelentette, sőt jelenti még manapság is. Sajnos, hazánk esetében a II. világháború után a személygépkocsik gyártása gyakorlatilag megszűnt. Mivel a KGST-n belül nem akartak igazi versenyhelyzetet teremteni, ezért Magyarországon a szocializmus idején motorkerékpárokat (Csepel, Danuvia, Pannónia), tehergépjárműveket (Csepel, Rába), illetve autóbuszokat (Ikarus) gyártottak. A KGST felbomlása és a rendszerváltás után annyiban változott a helyzet, hogy újraindult hazánkban a személygépkocsik gyártása, illetve összeszerelése. Van olyan üzem, ahol csak (fő) alkatrészeket, főbb egységeket (pl. motor) gyártanak, más üzemekben a járművek összeszerelését végzik, de van olyan gyár is, ahol komplett személygépkocsikat

gyártanak. Természetesen ezekhez az üzemekhez számos kisebb-nagyobb beszállító cég kapcsolódik, amelyek általában egy-egy alkatrésztípust (pl. műanyagból készült alkatrészek) gyártanak, és szállítanak a megrendelőnek. Jelenleg a legfontosabb személygépkocsi-gyártással és -összeszereléssel foglalkozó vállalatok hazánkban:

- Audi (Győr),
- Mercedes (Kecskemét),
- Opel (Szentgotthárd),
- Suzuki (Esztergom).

A moduláris gépkocsi

A cikk további részében azt szeretném bemutatni, hogy mi milyennek képzeltük a jövő autóját. Nem gondoljuk, hogy csak ilyen járművek lesznek, de elképzeléseink szerint lehetnek ehhez hasonló közlekedési eszközök. A most bemutatásra kerülő koncepció első olvasatra kicsit meghökkentő lehet, de véleményünk szerint van létjogosultsága a jövő járműgyártásában. A kulcsszó: moduláris felépítés. Nézzük meg részletesen, mit is jelent ez!

Manapság a járműgyártó vállalatok is rájöttek arra, hogy a költségek csökkentése érdekében szükség van arra, hogy az adott vállalat különböző típusai (sőt, akár más gyártók típusai) esetében is ugyanazokat az alkatrészeket lehessen felhasználni. Ezért van az például, hogy több különböző típusú gépkocsinak is ugyanaz a padlólemeze, vagy ugyanolyan motorok, sebességváltók stb. közül választhat a megrendelő. A motorra különböző embléma kerül, de egyébként ugyanaz a motor hajtja a különböző gyártók egyes modelljeit.

A koncepciónk szerint ezt kellene még fokozni: sokkal kevesebb fajta alkatrészt kellene gyártani a vállalatoknak, de ezeket sokkal szabadabban lehetne kombinálni az összeszerelésnél, ezért gyakorlatilag mindenki szabadon összeállíthatná a számára szükséges gépjárművet.

A moduláris elvű gépjárműben a forma alá lenne rendelve a funkciónak; mindent úgy terveztünk, hogy a praktikusságot, az egyszerű kezelhetőséget, a könnyű szerelhetőséget és az alacsony előállítási költségeket tekintettük a legfontosabb szempontoknak. A moduláris elvű gépkocsit alternatívának szánjuk a jelenleg elterjedt hagyományos gépkocsikkal szemben.

Kulcsín tekintetében a moduláris gépkocsi valószínűleg nem kelhet versenyre a hagyományos modellekkel (bár igazából ezek között is van egy-két „csúnyácska” darab), de az ár-érték arány tekintetében akár nyertes is lehet(ne).

Terveink szerint a jövőben a moduláris gépkocsik műanyag alkatrészei nem kőolajból, hanem növényi alapanyagokból készülnének. Jelenleg a műanyagok legnagyobb része kőolajból készül; mivel a kőolajkészletek kifogyóban vannak, ezért több vállalat is összefogott, hogy olyan PET-műanyagokat fejlesszenek ki, amelyeket növényekből lehet gyártani. A PET (polietilén-tereftalát) egy tartós és könnyű műanyag, amit számos formában használunk, pl. műanyag palackok, ruhák és cipők, valamint autóipari kárpitanyagok gyártásához (Horváth 2012).

Ez az újfajta műanyag a főbb tulajdonságait tekintve hasonlít a kőolajból gyártott változathoz, de a lebomlása kevésbé terheli a környezetet, ráadásul a szűkös kőolajkészleteket sem fogyasztja tovább.

A következőkben bemutatjuk a moduláris gépkocsi legfontosabb tulajdonságait.

Utasok elhelyezése

A koncepciónk szerint 2, 4, 6, 8 és 10 személy szállítására alkalmas gépkocsikat lehet majd összeállítani. A gépkocsiban az utasok elhelyezése úgy történik, hogy egy sorban 2 ülés helyezkedik el, tehát ahány sor, annyszor két fő a szállítható személyek száma. Az ülések teljesen egyformák, azaz a gyártónak csak egy fajta ülést kell gyártaniuk, ez nagymértékben lecsökkentené az egy ülés gyártásának fajlagos költségét. (Természetesen az ülések kárpitozásának színe különböző lehet az egyes járművekben, de maguk az ülések szerkezetileg megegyeznének.) Az ülések rögzítése 4 csavarral történik, a csavarok négyzetes elrendezésben helyezkednek el, ez lehetővé teszi, hogy az üléseket 90°-onként szabadon elforgathassuk. Azaz nemcsak a megszokott elrendezés alakítható ki (vagyis hogy minden ülés a jármű eleje felé néz), hanem tetszőlegesen fordíthatjuk egymás felé vagy akár egymásnak háttal is, ha van rá igény. (Természetesen a vezető ülése előre néz.) Az üléseket sínrendszer segítségével lehet előre-hátra mozgatni, hogy beállíthassuk a pontos pozíciójukat.

A jármű váza

Felmerült a kérdés, hogy a moduláris autónak a kocsiszekevénye önhordó vagy nem önhordó kivitelben készüljön. Az önhordó karosszéria esetén a motor működéséből származó erőket és a jármű mozgásából eredő terheléseket teljes egészében a kocsiszekevény viseli. Ebben az esetben nem kell a járműbe külön vázszerkezet, így csökkenne a jármű tömege, ami nyilvánvalóan előnyt is jelent. Az önhordó kocsiszekevény esetén viszont minden járműtípusnak gyakorlatilag külön-külön kocsiszekevényt kell tervezni és gyártani, ezért itt a moduláris elvek csak nagyon kevésbé valósulhatnak meg. Tehát elvetettük az önhordó karosszéria ötletét, és maradtunk a nem önhordó kocsiszekevény kialakítása mellett. A nem önhordó kocsiszekevény esetén a járműnek van egy teherviselő alváza, ehhez van rögzítve (akár rugalmasan) maga a kocsiszekevény. Igaz, hogy az alvázszerkezet plusztömeget jelent, de a vázszerkezet nagyobb stabilitást biztosít a járműnek, és a vázszerkezethez modulárisan is hozzáerősíthetők az egyes karosszériaelemek, ezért ezt a megoldást választottuk.

Egyes vélemények szerint az alváz merevsége ütközés esetén káros, mert nem tudja gyűrődéssel elnyelni az energiát. Ez részben igaz, de például egy borulós balesetnél a vázszerkezet sokkal nagyobb stabilitást, így védelmet is jelent az utasok számára. Nem véletlen, hogy a versenyautókba, raliautókba külön bukókeretet építenek, ami ütközések kor védőburokként funkcionál.

A következő kérdés, hogy miből készüljön az alváz? Gondolkoztunk valamilyen alumíniumötvözetten (kisebb sűrűség, kisebb tömeg, korrózióálló), de az ilyen anyagok gyártási költsége sokkal magasabb, mint a szerkezeti acélok gyártási költsége, sőt a gyártási és az összeszerelési technológia is bonyolultabb. Ezért (főként a költségek leszorítása miatt) maradtunk az acélból készült alváz mellett. Az egyszerűség kedvéért zártszelvényből készülne a váz, a 80mm-szer 80mm-es zártszelvény bőven elbírná még a legnehezebb kivitelt is, sőt, valószínűleg ettől kisebb keresztmetszetű zártszelvény anyag is elegendő lenne, de inkább felülterveztük az értékeket, a biztonságot és a strapabírótságot szem előtt tartva. A zártszelvényből készült alvázban a szükséges elektromos és hidraulikus kábelkötegeket is kényelmesen el lehet vezetni. Ez részben esztétikai, részben praktikai, részben biztonsági szempontokból is kedvező. A moduláris járműben tehát nem a kárpit alatt,

hanem nagyrészt a vázat alkotó zártszelvényekben lennének elvezetve a szükséges vezetékek.

Tulajdonképpen nem is egy, hanem két, egymással párhuzamosan (egymás alatt, illetve felett) futó létraszerű alváza lenne a moduláris járműnek, amiket távtartók (szintén zártszelvényből) tartanának egymástól a kívánt távolságra. A két létraalváz közötti térben tárolórekeszek lennének kialakítva a kocsiszekrény középső és hátsó részénél, a motortérnél értelemszerűen nem. Ezek a rekeszek az autóbuszok csomagtárolóihoz hasonlóan, persze kisebb méretben. A tárolórekeszekbe helyezhetnénk el pl. az akkumulátorokat (elektromos meghajtás esetén a nagy és nehéz akkumulátorok jelentős helyet foglalnak, ezért jó, ha a gépjármű alsó részében helyezkednek el, hogy a jármű súlypontja alacsonyan maradjon, így a jármű sokkal stabilabb lesz), de akár csomagok tárolására is alkalmasak. A rekeszekbe kerülne az üzemanyagtartály is.

A rekeszek valószínűleg (üvegszál-erősítésű) műanyagból készülnének. A létraalvázakhoz egy-egy takarólemez (padlólemez) kapcsolódna, akár ezek is készülhetnek kompozit műanyagból, fő funkciójuk a csomagtér és az utastér védelme a szennyeződésektől (víz, por, kavicsfelverődés), és természetesen az utastérben „lábtérként” is szolgálnak.

Maguk a létraalvázak külön-külön hegesztéssel készülnének, de a távtartók esetén célszerűbb lenne inkább csavarozást alkalmazni. Ez lenne tehát a jármű alapváza, melyhez kapcsolódna a felső váz, amely szintén zártszelvényből készülne, csavarkötéssel kapcsolódna az alsó alvázhhoz. Ezt nagyjából úgy kell elképzelni, mintha egy felső, téglatestszerű bukókeretet rögzítenénk az alvázhhoz. Természetesen ez is moduláris szerkezetű lenne. A gépkocsi ajtóí, oldalelemei ehhez a felső vázszerkezethez lennének rögzítve.

Ajtók és kárpitozás

A gépkocsinak tetszőleges számú ajtaja lehet, ezt a megrendelő döntheti el. Az egyszerűség kedvéért csak 4 féle ajtó közül lehet választani: bal, jobb, bal hátsó és jobb hátsó. Az ajtóknak lenne egy masszív keretrésze (valószínűleg acélból), amit kívülről és belülről is műanyagból készült lemez borítana. A műanyag borítólemezek között szigetelőanyag lenne, aminek hőszigetelő és hangszigetelési funkciója lenne. Mivel a műanyag sokkal olcsóbb, mint az acélból vagy alumíniumból hengerelt lemezek, ezért az ajtók gyártása is olcsóbb lenne egy hagyományos gépkocsiajtónál. A műanyag ráadásul nem korrodálódik, ha megsérül, akkor olcsón kicserélhető. Néhány járműgyártó alkalmaz alumíniumból hengerelt lemezeket, ezek szintén nem korrodálódnak, de ha esetleg megsérülnek, akkor a legkisebb javítás is csak speciális szakműhelyben, méregdrágán lehetséges.

Mivel a gyártónak csak 4 féle ajtót kellene gyártani, ráadásul az ajtók jobb és bal variánsai szinte csak a zsanérozásukban és a kilincsszerkezetükben különböznének, ez hihetetlenül lecsökkentené az ajtók fajlagos gyártási költségét. Az ajtók magassága kb. 110 cm lenne, a bal és a jobb ajtó szélessége kb. 80 cm, a bal hátsó és a jobb hátsó ajtó szélessége kb. 70 cm lenne. A moduláris jármű szélessége kb. 155 cm lenne. A gépjármű bal oldalára kerülnek a bal ajtók, célszerűen minden ülésorhoz egy, a jármű jobb oldalára kerülnek a jobb ajtók, célszerűen minden ülésorhoz szintén egy. (Magyarán minden üléshez egy-egy ajtó tartozna, de ez nem kötelező, csak ajánlott.)

A gépkocsi hátsó része két kivitelben készülne: vagy egy szimpla, üveggel ellátott fix hátfal, vagy egy kétszárnyú ajtóhoz hasonló megoldás, ekkor kellene használni a bal hátsó és a jobb hátsó ajtókat. Mind a fix hátfal, mind a hátsó ajtók a felső vázszerkezet utolsó merevítőjéhez csatlakoznának. Lehet a moduláris jármű platós kivitelű is, ekkor értelem-

szerűen az utaskabin hátsó részét a fix hátfal zárja le, majd ezután jön a plató. Ebben az esetben egy pickupot kapunk.

A járművek utasterébe kétféle kárpit kerülhet. Vagy műanyag lemezekből kialakított kárpitelemeket lehet használni, vagy szövetskárpit elemeket lehetne egyfajta patentolós megoldással az utasterhez rögzíteni. Az előbbi megoldás előnye, hogy nagyon olcsó lenne, és akár egy slaggal is kitakaríthatnánk a jármű belsejét, az utóbbi viszont magasabb komfortérzetet biztosítana, igaz kicsit drágábban.

Lámpák

A járműnek elől és hátul is 3 pár (bal és jobb oldali) lámpája lenne, azaz összesen 12 darab lámpa kerülne az autóra; ezek kívülről lennének a kocsiszekrényhez erősítve, így könnyedén lehetne javítani vagy cserélni őket, és az izzócseré is csak néhány percig tartana. (Ha valaki szerelte már modern nyugati gépkocsi lámpáját, az tudhatja, hogy néha az autó fél elejét szét kell bontani akár egy izzócseréhez is. Arról nem is beszélve, hogy egy-egy különleges lámpatest cseréje milyen horribilis összegbe kerül. Esetünkben ettől nem kell tartani.)

Minden lámpa kör alakú lenne: hengeres kialakítású foglalat és a hozzá kapcsolódó bura, az egész vízálló kivitelben. Kétféle lámpát gyártanánk: egy nagyobb (kb. 12 cm átmérőjű), első fényszórót, amiben a tompított és a távolsági fényszóró helyezkedne el, illetve egy kisebb (kb. 8 cm átmérőjű) lámpát. A kisebb lámpához fehér, sárga és piros burákat gyártanánk, ezek egyébként teljesen egyforma kivitelben készülnének, csak a színükben lenne különbség. A gépkocsi elejére a 2 nagyobb fényszóró alá 2 fehér helyzetjelző és 2 sárga irányjelző kerülne. A gépkocsi hátulján a bal és a jobb oldalon is 3-3 lámpa helyezkedne el egymás alatt: piros (hátsó helyzetjelző és féklámpa egyben), fehér tolatólámpa és sárga irányjelző. Mivel a lámpák kialakítása azonos, ezért olcsón lehetne ilyen lámpákat gyártani.

Futómű

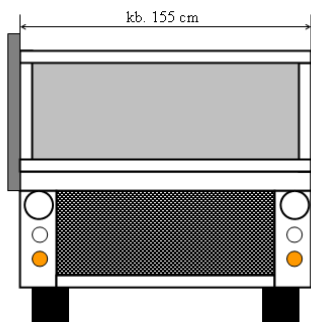
A moduláris járműhöz elviekben többféle méretű kereket is használhatnánk. A felnik mérete alapesetben valószínűleg 17" lenne, és acélból készülnének, mert ez a legolcsóbb megoldás, ráadásul strapabíró is. (Igény esetén természetesen választható drágább, alumíniumötvözetből készült vagy akár kovácsolással gyártott felni is.) Mindegyik kerékhez egyforma kialakítású (így olcsón gyártható), nagyméretű, jól hűthető tárcsafékek tartoznának. A gumiabroncsokat a megrendelő választhatja ki, annak megfelelően, hogy milyen célra kívánja használni a moduláris gépkocsit.

A kerekek tengelytávja elméletileg minden moduláris járműben más és más lehetne, de gyakorlatilag valószínű, hogy a 2 személyes verzióknak lenne egy meghatározott tengelytávja; a 4 és a 6 személyes verzióknak megegyezne a tengelytávja, illetve a 8 és 10 személyes verzióknak szintén ugyanaz lenne a tengelytávja. Mivel a dupla létraalváz nagyon stabilan tartaná a jármű egészét, ezért bizonyos határokon belül tulajdonképpen bárhová kerülhetnének a tengelyek. (A jármű első és hátsó tengelyének meghajtása egymástól teljesen független lenne.)

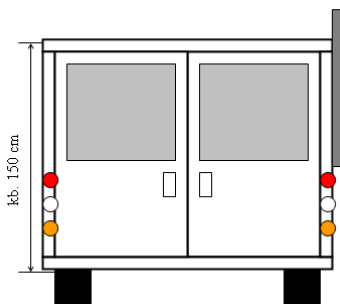
Forma

A moduláris gépkocsi a külsőt tekintve egy gyönyörű vonalvezetésű, elegáns, olasz sportkocsival nyilván nem veheti fel a versenyt, de a versenypályák kivételével valószínűleg megállja a helyét, sőt, a hazai kátyúktól hemzseggő utakon vagy terepen már a mi moduláris járművünk kerülne előnybe; arról nem is beszélve, hogy az ára csak töredéke lenne az előbbinek (1. ábra).

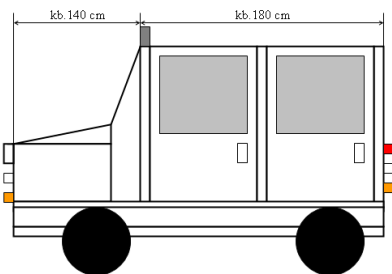
(a)



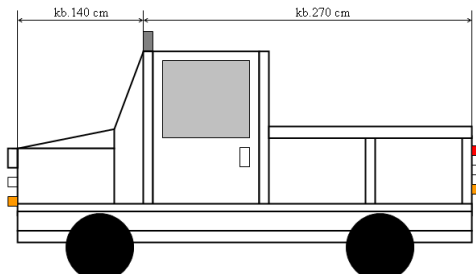
(b)



(c)



(d)



2. ábra

A moduláris gépkocsi (a) előlnézetben; (b) hátulról; (c) 4 személyes kivitelben;
(d) 2 személyes pickup kivitelben.

Az utasok üléseihez tehát ajtók tartoznának a kocsiszekrényen, de ha nem akarunk mindenhova ajtót tenni, akkor lenne egy, az ajtóval megegyező méretű és felépítésű, kívül-belül műanyag lemezzel fedett és szigetelőanyaggal teljesen kitöltött oldallemez. Ennek lehetne esetleg egy olyan változata is, aminek a felső része ablakos kivitelezésű, mint egy ajtó, azzal a különbséggel, hogy nem lehetne kinyitni. Ezek az oldallemezek kiválóan megfelelnek annak, hogy a moduláris járművünkől például egy kisáruszállító furgont alakítsunk ki. Ha kisteherautót szeretnénk, akkor a platót szintén oldallemezekből, csak alacsonyabbakból, lehetne kialakítani.

A motorháztető műanyagból készülne. A fém motorháztetővel szemben a műanyag motorháztető egyfelől csökkentené a jármű össztömegét, másfelől pl. egy gyalogossal való ütközéskor csökkentené a gyalogos sérülésének mértékét; ráadásul olcsóbb is.

A jármű tetőrészét szintén kétrétegű műanyaglemezekkel fedett és szigetelőanyaggal bélelt fémvázis tetőlemezekből lehetne modulárisan összeszerelni. Esetleg ezekből is lehetne olyan kivitel, amelynek a közepében egy ablak (tetőablak) van kialakítva.

A műanyag tetőlemezekkel megegyező méretben napelemcellákat is lehetne a jármű tetejére szerelni. Ez nyilvánvalóan drágább lenne egy egyszerű műanyag lemeznél, de ha a tulajdonos ilyen napelemcellákat vásárol, akkor ezek napos időben mindig termelnének valamennyi elektromos energiát. Ezt fel lehetne használni az akkumulátorok töltésére, ami egy elektromos meghajtású járműnél növeli a megtehető távolságot; esetleg más elektromosan működő eszközök (pl. klíma, navigáció stb.) áramellátására lehetne használni.

Motor és erőátvitel

A moduláris járművünk alapesetben frontmotoros elsőkerék-hajtású kivitelben készülne, mert ez a legegyszerűbb. Egyelőre nem mondjuk meg, hogy milyen legyen ez a motor, elviekben akármilyen elven is működhetne, tehát lehetne valamilyen belsőégésű motor (benzin, gáz, dízel, biodízel, biogáz, CNG, LPG, hidrogén), esetleg külsőégésű motor (pl. gőzgép), de akár villanymotor is. A motortér kialakításánál a jármű létraalvázai a motortérig nyúlnának, ezekhez lenne (rugalmasan) rögzítve a motor. Bármilyen motor (kisebb vagy nagyobb méretű) beszerelhető lenne, ami belefér az alvázba. Tulajdonképpen úgy képzeljük, hogy megadnánk a motortér, a motorfelfogatás specifikációját, és elvileg akár független motorgyártók is készíthetnének erőforrásokat a moduláris gépkocsikhoz.

Mivel tágas hely lenne a motortérben, ezért szinte bármilyen normális méretű erőforrást alkalmazhatnánk, a megrendelők a saját elképzeléseik szerint dönthetnének a motortípusok között. Feltétlenül ki kell emelnem, hogy a tágas motortér miatt a motorokhoz sokkal könnyebben hozzá lehetne férni, sokkal egyszerűbb lenne a szerelésük és a hűtésük is. (Manapság rengeteg autóban szinte lehetetlen hozzáférni a jármű motorjához; annyira összezsúfolták az alkatrészeket a motortérben, hogy egy kisebb javítás is csak a motor kiszerezésével oldható meg, ami sok időt és pénzt igényel.)

Az utóbbi néhány évben divatos elv a motorgyártóknál a „downsizing”, ami méretcsökkentést, kisebbítést jelent. Ez arról szól, hogy a motorok méretét és lökettérfogatát fokozatosan egyre csökkentik, miközben igyekeznek növelni a teljesítményüket vagy legalább szinten tartani azt. Ezt általában úgy oldják meg, hogy csökkentik a hengerek számát és/vagy a hengerekben a dugattyúk lökethosszát, így viszont növekszik a motor fordulatszáma. Szerencsésebb esetben a gyújtásvezérlő elektronikát is javítják, illetve a szelepek vezérlése, üzemanyag-befecskendezése is módosul. A downsizing fő mozgatórugója, hogy a kisebb hengerűrtartalmú motorok manapság kelendőbbek, hiszen kisebb az átírási költségük, és egyes országokban jóval kisebb adót kell utánuk fizetni. Van azonban egy hátránya is, amiről sokan megfeledkeznek: a magasabb fordulatszámon üzemelő kisebb motornak valószínűleg sokkal hamarabb elkopnak majd. Nagy valószínűséggel ezek a csökkentett méretű, felpörgetett motorok nem fognak 1-2 millió km-t futni, mint például rengeteg régi Mercedes-dízelmotor. Féltő, hogy néhány százezer km-t sem tudnak megtenni, kivéve, ha nagyon gondosan vigyáz rájuk a tulajdonosuk. Sajnos, elmondhatjuk,

hogy ezek a downsized motorok a fogyasztói társadalomra jellemző: *vegyél, használd kicsit, majd vedd vegyél újat* filozófia szerint készülnek.

A moduláris autóra nem ez lesz jellemző. Ebben inkább az alacsony fordulatszámú, megbízható, strapabíró, hosszú életű motorokat preferáljuk.

Mint már említettük, a moduláris járműben az elől elhelyezkedő motor a jármű első kerekeit hajtáná meg, de lehetőség lenne arra is, hogy igény esetén a gépkocsi hátsó tengelyét egy villanymotor forgassa, ami a két létraalváz közötti tárolórekeszek közül a hátsó tengely közelében lévőbe kerülne. Azt azonban figyelembe kell vennünk, hogy a villanymotor és az elektromos energiát tároló akkumulátorok jelentős többlettömeget képviselnek, ez nyilván ront a jármű menetdinamikai tulajdonságain. (Mivel a gépkocsi alsó részében helyezkednek el, ezért a súlypont alacsonyabbra kerül, ez viszont jó.) A megrendelő döntheti el, hogy kéri-e ezt a lehetőséget vagy sem. Ha igen, akkor egy négykerék-hajtásos, hibrid járművet kap, aminek az ára viszont magasabb lesz. Szerintem főként a kicsit távolabbi jövőben lehet majd ennek igazi létjogosultsága, amikor is az akkumulátorok tárolókapacitása növekedni, a tömegük és az áruk csökkenni fog. De legyünk előrelátóak, és már most tervezzük meg az elektromos hajtás helyét a moduláris járművünkben, hogy később ne kelljen újratervezni az egészet! Ha nem igényli a megrendelő ezt az opciót, akkor a villanymotornak és akkumulátornak szánt rekeszek üresen maradnak, így egyszerűen több tárolórekesz áll az utasok rendelkezésére.

A moduláris járművet kis ráfordítással átalakíthatná a tulajdonos, ha más típusra lenne időközben szüksége (pl. nagyvárosból vidékre költözik, vagy gyarapodik a család stb.). Ha a létraalvázak mérete megfelel, akkor gyakorlatilag csak a „felépítményen” kellene változtatni, de ez könnyedén megoldható. Ha új vázszerkezetű moduláris járműre van szükség, akkor a megrendelő vesz egy új alvázat, de a régebbi jármű alkatrészeinek zömét felhasználhatná az újban is. Mivel eleve úgy lenne kialakítva a jármű, hogy az alkatrészekhez könnyen hozzá lehessen férni, ezért rövid idő alatt átalakíthatná a járművet egy másik változatra.

Költségek

Megpróbálkoztunk azzal, hogy kiszámítsuk (megbecsüljük) a moduláris gépjármű előállítási költségeit. Ez meglehetősen nehéz feladatnak bizonyult, hiszen a modularitásból adódóan nagyon sokféle járművet lehetne ezzel a módszerrel előállítani. Arra a megállapításra jutottunk, hogy az egyes (fő) alkatrészek gyártási költségeit kellene meghatározni, például: mennyibe kerül egy darab ajtó előállítása vagy egy lámpatest gyártása. Tegyük fel, hogy ezt valahogyan kikalkuláljuk! Ezek után már csak az összeszerelés költségét kellene megadnunk. A legfőbb problémánk az volt, hogy nem voltak olyan adataink, amihez viszonyítani tudtunk volna, ezért sajnos nem tudtunk konkrét árakat meghatározni. Abban biztosak vagyunk, hogy a moduláris gépjármű sokkal olcsóbb lehetne, mint a hagyományos, hiszen sokkal egyszerűbb kialakítású lenne, és olcsóbb alapanyagokból lehetne elkészíteni.

A jármű árát az is befolyásolja, hogy összességében hány darab járművet (alkatrészt) gyártana a vállalat, hiszen minél nagyobb a darabszám, annál kisebb az egy darabra jutó fajlagos költség. (Persze vannak fix költségek, amelyek gyakorlatilag függetlenek a gyártási volumentől.)

Kis túlzással azt mondhatjuk, hogy mivel mi már „mindent kigondoltunk”, ezért szinte alig lenne szükség mérnökökre a vállalatnál, ez is csökkentené a gyártás költségeit.

Az autógyártó vállalatok kiadásai között nagyon jelentős tételt képviselnek a reklám és marketing célú kiadások, amelyek beépülnek a gépkocsik árába. A moduláris jármű esetén ezek a költségek szinte eltűnnek. Ez is hozzásegít ahhoz, hogy a lehető legolcsóbb legyen a gyártása.

Nem tudtunk tehát konkrét árakat meghatározni, de hiszünk benne, hogy a moduláris járműveink a jövő piacának legolcsóbb szereplői lehetnek.

Mit hoz a jövő?

Véleményünk szerint a bemutatott moduláris gépjármű meghajtására az ideális megoldás a hibrid technológia lesz majd a jövőben. A jármű motorterében egy olyan belsőégésű motor lesz, amelyen üzemanyag a rendelkezésre áll. Mivel a kőolaj (így benzin és a gázolaj is) belátható időn, néhány évtizeden belül elfogy, ezért a gépjármű üzemanyaga lehet például biodízel, biogáz vagy bioetanol. A földgázból előállított autógáz (CNG) is szóba jöhet, mert valószínűleg a földgázkészletek tovább kitartanak, mint a kőolajkészletek.

Ha (reményeink szerint) a hidrogénmeghajtás technológiája fejlődik, akkor lehetséges lenne, hogy hidrogénnel működő motor hajtáná a moduláris járművünket, illetve hidrogénüzemanyag-cella termelné az áramot a gépkocsi elektromos (hátsó) meghajtásához. Így egy teljesen környezetbarát, megbízható, könnyen gyártható, igény szerint átalakítható és olcsó járművet kaphatnánk, ami lehetővé tenné, hogy a jövőben sokkal mobilisabbak legyünk. Ráadásul a környezetünket sem károsítanánk, és igen hosszú időre megoldódna az üzemanyag-ellátás problémája is, hiszen csak vízre (és elektromos energiára) lenne szükségünk. A hidrogént erre szakosodott vállalatok fogják előállítani, és a mostani üzemanyagtöltő-állomásokhoz hasonló szisztémában vásárolhatják meg majd a jövőbeli fogyasztók.

Azt sem tartjuk kizártnak, hogy ott, ahol lehetőség van rá (pl. vidéken) több ember összefog, és saját hidrogén-előállító mini üzemot épít. Ezt úgy képzeljük, mint egy farmot (családi gazdaságot), ahol mondjuk, szélturbina és napelemtelpek lennének felállítva, amelyek elektromos áramot és egyúttal hidrogént is termelnének. Így tulajdonképpen még az üzemanyag-ellátásunkat is saját magunk oldhatnánk meg, azaz gyakorlatilag ingyen közlekedhetnénk.

Azt még egyelőre nem tudjuk, mit szólna ehhez az állam, hiszen így nagyon jelentős adóbevételről esne el. Szerintünk egy kompromisszumos megoldás lehetne, ha minden jármű után valamekkora mérsékelt összegű éves díjat (adót) kellene fizetni a tulajdonosnak. Így az állam is jutna bevételhez, amit viszont szigorúan a közlekedés fenntartására (utak építése, karbantartása stb.) kellene költenie. Ebből a bevételből nem finanszírozhatna mást, például a nagyvárosok tömegközlekedését. Számunkra (és sok más vidéken élő számára is) érthetetlen, milyen hatalmas összegeket költenek pl. a nagyvárosokban a tömegközlekedés indokolatlanul magas szintű állami támogatására. Talán a nagyvárosok lakói elfelejtettek gyalogolni? Vidéken, ha néhány km-t gyalogolni kell, az teljesen megszokott dolognak számít. A nagyvárosokban, úgy tűnik, elkényelmesedett a lakók egy része, és nem hajlandóak erre, pedig még egészséges is. Nem a tömegközlekedés ellen kampányolunk. Arra igenis szükség van, csak nem a mostani formájában. Szerintünk az lehetne a megoldás, hogy a környezetbarát, kötöttpályás (metró, villamos, trolibusz, elővárosi vasút) közlekedést kellene fejleszteni; az autóbuszok viszont csak a nagyvárosok főbb közlekedési útvonalain közlekednének, a kisebb utcákon egyáltalán nem.

A tömegközlekedés finanszírozását pedig sokkal inkább ésszerű piaci alapra kellene helyezni. A nyári melegben például voltak olyanok, akik céltalanul, összevissza utaztatták magukat légkondicionált tömegközlekedési eszközökön, csak a hűsülés kedvéért, gyakorlatilag ingyen; miközben más járművek felújítására nem jut pénz. Nem valószínű, hogy ez így túl optimális megoldás.

Gondolkodtam, hogy beleírom-e a cikkbe ezt a néhány „mellékszöveget”, de végül arra jutottam, hogy így lesz teljes a kép. A csoportos projektmunkára egyébként is jellemző, hogy néha kisebb-nagyobb kitérőket tesznek a csoport tagjai a projekt alaptémájától. Előfordul, hogy olyan dolgok is érdeklik a diákokat, amikre például a tanár nem is gondolt az elején. Ez akár zavaró is lehet, de tapasztalatom szerint érdemes hagyni a tanulókat, hadd haladjanak a saját elképzeléseik szerint. Persze néha szükség lehet külső beavatkozásra, de sokszor jobb, ha nem a saját elgondolásainkat erőltetjük rá a diákokra, így jóval kreatívabb a munkájuk. Ha a projekt folyamán valamilyen téma nemcsak szakmai, tudományos szempontból, hanem emocionálisan is foglalkoztatja a tanulókat, akkor sokkal jobban képesek belemélyülni az adott feladatba. Az előbbi példákat azért hoztam fel, hogy lássuk, milyen, a témához kapcsolódó dolgok érdekelték a tanulókat a projektmunka során.

Úgy képzeljük, hogy a jövőben sokkal nagyobb szerepe lesz majd az olcsó, kisméretű, moduláris (2 vagy 4 személyes) járműveknek, melyek hidrogén-, villamos, esetleg hibridmeghajtással közlekednek. Ezek a járművek a környezetüket nem szennyezik, és kisebb méretük miatt könnyű velük parkolóhelyet találni.

A gépkocsigyártók már most is óriási kínálatot nyújtanak. Ez valószínűleg a jövőben még tovább fog bővülni, de hiszünk abban, hogy lesz igény a mi egyszerű, moduláris járművünkhöz hasonló gépjárművekre is.

Összegzés

Ebben a cikkben egy iskolai projektmunka során szerzett ötleteket, gondolatokat mutattam be. A projekt témája egy jövőbeli gépjármű volt. Bemutattunk egy olyan járművet, amely moduláris elven épül fel, variálható, olcsó és környezetkímélő. Reményeink szerint tényleg lesznek ilyen vagy ehhez hasonló járművek a jövőben.

A moduláris járműnek acélból készült erős váza lenne; a kocsitest, az ajtók, az oldalelemek, a padlólemez, a motorháztető kompozit egységekből lenne összeállítva, ami üvegszál- és szénszál-erősítésű gyantából készülne, az utastérben a bioműanyag alkatrészek kerülnének. Az így gyártott moduláris járművekben a kis tömeghez nagy terhelhetőség párosulna, és természetesen korróziómentesek lennének. A kisebb önsúly ezenkívül kedvezőbb fogyasztást is eredményezne, a járművek meghajtásáról hibrid technológia gondoskodna.

A tanulók szívesen vettek részt a projektfeladatban. A részt vevő diákoknak gyarapodtak a természettudományos ismereteik, és környezettudatosabbá vált a gondolkodásuk, ami remélhetőleg hosszabb távon is megmarad. A cikket gondolatébresztőnek szántuk, melyhez mások is hozzátehetik a saját ötleteiket.

IRODALOM

- Horváth Zsolt 2012: *Autóbelső növényből* [http://www.vezess.hu/hirek/autobelso_novenybol/38547/ - 2013. 06. 06.]
- Kiemelt járműipari központ lett Kecskemét [http://www.vezess.hu/hirek/kiemelt_jarmuipari_kozpont lett_kecskemet/38933/ - 2013. 06. 06.]